

# Quelles structures variétales pour la sélection participative ?

Jacques LANÇON\*, André GALLAIS\*\*, Kirsten VOM BROCKE\*\*\*, Moussibaou DJABOUTOU\*\*\*\*, Henri HOCDE\*, Emmanuel SEKLOKA\*\*\*\*, Michel VAKSMANN\*\*\*\*\*

\*Cirad, Montpellier, France

\*\*INA-Pg, Paris, France

\*\*\*Cirad et INERA, Ouagadougou, Burkina Faso

\*\*\*\*INRAB, CRA-CF, Parakou, Bénin

\*\*\*\*\*Cirad et IER, Bamako, Mali

**Résumé — Quelles structures variétales pour la sélection participative ?** Les structures variétales utilisables en sélection participative sont beaucoup plus variées que celles utilisables en sélection classique. En effet, la sélection participative en partenariat vise une demande très diversifiée qui peut inclure des systèmes de culture et des marchés fortement hétérogènes. Elle peut également aboutir à la création d'un marché semencier dans lequel les obtenteurs souhaitent faire reconnaître leur droit de propriété. Les structures variétales adéquates ne peuvent donc pas être calquées sur les solutions adoptées pour des systèmes relativement bien contrôlés et pour des marchés très standardisés et occupés par des entreprises semencières privées. Au contraire, dans cet article nous passons en revue les différents types variétaux existant suivant les régimes de reproduction des plantes et nous évaluons leurs avantages et leurs inconvénients vis-à-vis de situations particulières de SP.

**Abstract — What kind of varieties for participatory plant breeding?** Variety genetic structures adapted to PPB are much more diverse than those for classical breeding. PPB aims at meeting a very heterogeneous demand, which may include a wide range of cropping systems and market targets. PPB may also end up developing a seed market, where participatory plant breeders wish to make their rights recognized. Consequently, the variety genetic structures for PPB cannot be simply copied from situations in which seed production is under control, client needs are well described and standardized, and private companies operate. This paper provides a detailed account of the existing variety types for each plant reproduction regime, and discusses their relevance in several particular PPB situations.

## Introduction

A travers les processus de domestication puis de sélection des plantes, les hommes ont créé et cultivé un matériel génétique de base génétique de plus en plus étroite. Ce tri génétique s'est traduit d'abord par un nombre limité d'espèces domestiquées, puis par la diminution du nombre de populations par espèce, et enfin par la création de variétés de plus en plus homogènes génétiquement, populations puis lignées pures et hybrides simples. En réalité, les phases les plus récentes de ce processus n'ont fait

qu'accompagner l'évolution des systèmes de culture. Cette co-évolution des variétés et des systèmes de culture est responsable de la spécialisation et de l'homogénéisation des structures variétales, qui à leur tour, ont largement contribué à accroître la productivité des systèmes de culture homogénéisés par de hauts niveaux d'intrants.

Mais il existe encore de nombreuses situations où les utilisateurs, les agriculteurs en particulier, continuent d'utiliser un matériel génétique insuffisamment adapté à leurs besoins. Soit que les programmes classiques, qu'ils soient publics ou privés, ne se préoccupent pas de leur culture ou de leurs contraintes de production, soit que les agriculteurs n'ont pas confiance dans le système d'évaluation et d'homologation, soit que ces derniers ne parviennent pas à accéder au matériel amélioré car la semence est mal distribuée ou trop chère. De nombreuses raisons peuvent expliquer l'absence ou l'échec des programmes de sélection existant :

- marché de niche, trop étroit pour être économiquement attractif ;
- marché insolvable dans le cas des cultures destinées à des producteurs tournés exclusivement vers l'autoconsommation ou confinés dans des zones agricoles marginales ;
- demande trop mal définie pour permettre la création du matériel génétique attendu ;
- stratégie de sélection non pertinente car conçue pour créer des variétés performantes dans d'autres milieux, généralement plus maîtrisés, relativement homogènes et peu stressants pour la culture.

Il peut aussi arriver que les utilisateurs n'aient pas une pleine confiance vis-à-vis de l'organisme chargé de la production ou de la multiplication des semences. Enfin, les producteurs visés sont d'autant moins enclins à courir un risque économique en achetant des semences dont ils ne connaissent pas le potentiel lorsqu'ils se situent dans des environnements à haut risque d'échec, climatique par exemple, ou qu'ils ne commercialisent pas leurs produits.

Les démarches de sélection participative se développent pour tenter d'apporter une réponse satisfaisante aux situations dans lesquelles les approches classiques ont montré leurs limites.

Le plus souvent, les cultures concernées sont conduites dans une grande variété d'environnements, présentant différents niveaux de stress, hydrique, minéral, calorique etc. Le milieu de culture n'est guère maîtrisé, le plus souvent sub-optimal, et il se caractérise par une grande hétérogénéité environnementale ou agronomique au sein d'une même parcelle, entre lieux, entre années. C'est le cas de la culture dans les zones arides de l'orge (Ceccarelli *et al.*, 2003) ou du millet (Vom Brocke *et al.*, 2002), du riz dans les montagnes du Népal (Sthapit *et al.*, 1996), du coton dans les savanes du Bénin (Lançon *et al.*, 2004) ou du blé dur sous contrainte d'agriculture biologique (Desclaux, 2005).

Outre la dimension agronomique, les situations locales de sélection participative comprennent également deux éléments de nature socio-économique : les exigences du marché et la stratégie de diffusion des semences choisie par les partenaires.

Dans cet article, nous allons raisonner le choix des structures génétiques variétales en fonction de leur aptitude à prendre en compte ces contraintes. Ce choix devra prioritairement améliorer les performances agronomiques et économiques d'un système de culture généralement hétérogène et si possible créer des conditions favorables à un début d'intensification.

Les concepts considérés comme classiques et consensuels en amélioration des plantes (Gallais, 1990) nous permettront d'aborder cette question.

Au cours de cette réflexion, nous passerons en revue les différentes structures variétales possibles en tenant compte des régimes de reproduction des plantes, puis nous décrirons les performances que prédit la théorie de l'amélioration des plantes en fonction du contexte de culture, des exigences des utilisateurs et du modèle de diffusion du progrès génétique que les partenaires co-obtenteurs ont choisi de promouvoir.

## **Structures variétales et régime de reproduction**

### **Pour les plantes autogames**

Les plantes autogames ont une reproduction préférentiellement voire exclusivement hermaphrodite. Leurs ovules sont plus souvent fécondés par leur propre pollen que par celui des autres plantes. Les sélectionneurs réalisent plus facilement des croisements avec des plantes à grandes fleurs comme le cotonnier, que chez d'autres espèces comme la lentille ou le blé dont les fleurs sont très petites et les

organes femelles cachés. En favorisant l'état homozygote, ce mode de reproduction tend à révéler et donc éliminer les allèles récessifs délétères. Ces espèces manifestent donc moins les effets liés à l'hétérosis ou à la dépression de consanguinité.

### **Lignées pures**

La structure génétique des variétés « lignées pures » (Lp) est extrêmement homogène puisque tous les individus qui les composent ont le même génotype homozygote dérivé par autofécondation d'un même individu, lui-même homozygote. Ces lignées sont dites pures après un nombre de générations d'autofécondation tel que le niveau d'hétérozygotie résiduelle est devenu négligeable. La reproduction de ces structures génétiques est spontanée chez les plantes autogames puisque leur régime préférentiel est l'autofécondation. Chez les lignées pures, les risques de dérive génétique au cours du temps sont ainsi très limités. Cette caractéristique permet aux agriculteurs de produire eux-mêmes une grande partie de la semence dont ils ont besoin à partir d'un lot initial. Pour les obtenteurs, la commercialisation de lignées pures ne garantit pas leurs droits. Au plan agronomique, les Lp devraient mieux se comporter dans un milieu relativement homogène et proche de celui pour lequel elles ont été sélectionnées. Leur structure génétique est moins adaptée aux milieux très hétérogènes.

### **Association de lignées**

Les associations de lignées sont constituées par des mélanges de lignées pures, dont on conserve les composantes élémentaires de manière à pouvoir toujours les reproduire à l'identique. Elles présentent les mêmes facilités de reproduction que les variétés « lignées pures » tout en présentant une meilleure capacité à tamponner les variations du milieu de culture (Jiggins, 1990). B. Mille et C. de Vallavieille-Pope (2001) ont ainsi montré que le mélange de lignées présentant des gènes différents de résistance favorise le contrôle des maladies. Toutefois, la composition génétique des associations de lignées peut se modifier au cours du temps. Il est ainsi préférable de les proposer lorsque le système semencier est maîtrisé, lorsqu'il permet une bonne conservation des lignées d'origine, une production contrôlée du noyau initial à partir des constituants originaux et le renouvellement régulier des semences utilisées par les agriculteurs. En général, ces structures variétales sont peu adaptées aux exigences d'un marché très spécialisé réclamant une qualité de grande homogénéité. Cependant, les constituants de base peuvent être choisis de manière à minimiser les variations par rapport au standard requis.

### **Populations**

Chez les espèces préférentiellement autogames, les variétés « populations » sont constituées par des mélanges de génotypes largement homozygotes. On peut les assimiler à des mélanges de lignées pures, dont la composition pourrait évoluer d'une année à l'autre sous l'effet de pressions de sélection exercées par le milieu de culture. Dotées en général d'une meilleure capacité homéostatique<sup>1</sup> que des lignées en culture pure, ces populations et leurs performances tant agronomiques que technologiques sont susceptibles d'évoluer dans le temps, et ceci d'autant plus fortement que les conditions de culture sont instables. Faciles à imiter mais impossibles à reproduire à l'identique, ces structures variétales ne permettent aucune protection de l'obteneur. Si la structure globale de la population doit rester génétiquement hétérogène, certaines caractéristiques peuvent être fortement homogénéisées par rapport à des contraintes de culture ou, plus rarement, de marché. M. Vaksman (comm. personnelle) déclare par exemple : « *Pour le sorgho, ces populations doivent être homogènes de par leur taille et leur phénologie / cycle, ce qui peut être obtenue par sortie de sélection récurrente* ».

### **Hybrides**

Les variétés hybrides simples sont composées d'un même génotype hétérozygote obtenu par le croisement de deux lignées homozygotes. Malgré leur parfaite homogénéité, ces variétés peuvent manifester davantage de vigueur que les lignées parentales et un comportement plus stable grâce à la complémentarité de leurs allèles (Haussmann *et al.*, 2000). En revanche, obtenue par autofécondation de l'hybride, leur descendance dite F2 est hétérogène et présente une perte de vigueur : ce qui pénalise l'agriculteur qui souhaiterait utiliser des semences issues de variétés

---

<sup>1</sup> Homéostasie : capacité à tamponner les variations du milieu en produisant des performances stables dans des environnements divers.

hybrides. Elles nécessitent donc un contrôle total du système semencier, qui garantit également une bonne protection de l'obtenteur. De telles variétés sont très coûteuses à produire, à fortiori chez les plantes autogames qu'il faut forcer à la fécondation croisée. On en réservera donc l'usage aux cultures présentant une forte valeur et pour lesquelles le coût de production d'une variété hybride puis de sa semence pourra être facilement amorti.

## Pour les plantes allogames

Les plantes dites allogames se reproduisent préférentiellement de manière croisée. Leurs ovules sont plus souvent fécondés par le pollen des autres plantes que par le leur propre. Elles supportent généralement mal l'autofécondation et l'endogamie, qui se traduisent par une perte de vigueur et une dépression dite d'*inbreeding*. Cet état est dû à l'accumulation de gènes récessifs et délétères (théorie de la dominance) mais aussi, plus rarement, à la présence d'allèles remplissant des fonctions complémentaires dans l'espace ou dans le temps (théorie de la superdominance).

La frontière entre espèces allogames et espèces autogames est loin d'être étanche. Chez de nombreuses espèces préférentiellement autogames comme le coton ou la fève, le taux de fécondation croisée change suivant l'environnement de culture, par exemple suivant l'intensité de la protection phytosanitaire (Lançon, 1995). La plupart des espèces autogames abritent d'ailleurs des gènes de stérilité mâle, qui peuvent être utilisés par le sélectionneur pour renforcer les échanges génétiques. Les espèces à comportement intermédiaire doivent donc être considérées comme présentant des caractéristiques génétiques et des performances intermédiaires entre plantes autogames et plantes allogames, mais, suivant les contextes, plus proches des unes ou des autres.

## Populations

Chez les espèces préférentiellement allogames, les populations à fécondation libre<sup>2</sup> sont constituées de génotypes présentant des niveaux variables d'hétérozygotie. La fécondation croisée n'est pas contrôlée. Elle permet de réaliser un brassage génétique de type panmictique et maintient une forte diversité génétique. En théorie, la grande diversité allélique interne devrait conférer à ces populations une grande capacité d'adaptation aux variations du milieu. Ces variétés sont facilement reproductibles par les agriculteurs même si ce n'est pas tout à fait à l'identique. Il faut toutefois distinguer les variétés populations « naturelles » ou écotypes, qui sont bien adaptées à leur milieu d'origine et les variétés populations artificielles. Les premières, auxquelles on peut rattacher les variétés locales, sont très stables tant qu'elles sont multipliées dans leur milieu d'origine. Les populations artificielles sont des créations de sélectionneurs. Au même titre que les populations « naturelles » qui ne sont pas cultivées dans leur milieu, les populations artificielles évoluent au cours des générations de multiplication (sélection, pollinisation par du pollen étranger, etc.). Leur intégrité génétique est d'autant plus délicate à maintenir que leur composition n'est pas précisément connue et qu'elles intègrent facilement les gènes de variétés cultivées à proximité. Pour la maintenir, il faut établir des barrières avec les sources potentielles de contamination.

## Synthétiques

Une variété synthétique est une population artificielle résultant de la multiplication pendant un nombre déterminé de générations (3-4) de la descendance du croisement naturel d'un nombre limité de constituants (clones, lignées, familles). Les constituants élémentaires doivent pouvoir être facilement maintenus (par reproduction sexuée, autofécondation ou clonage) de manière à pouvoir reconstituer à la demande le noyau initial. On peut aussi maintenir en réserve une certaine quantité de la 1<sup>ère</sup> génération de multiplication (Syn 1) ; dans ce cas, la variété cessera d'exister à l'épuisement de ces semences. La description de la variété doit être complétée par le nombre de générations de multiplication nécessaires pour produire la semence diffusée en grande culture. Ces variétés présentent des caractéristiques proches des populations.

Les variétés synthétiques offrent une voie intermédiaire entre les populations et les hybrides. En utilisant mieux le phénomène d'hétérosis, elles présentent des performances supérieures à celles des

---

<sup>2</sup> En Anglais ces populations sont appelées « Open pollinated varieties ».

populations à base génétique plus large. La régularité de leurs performances est également plus facilement garantie qu'avec des variétés populations, en particulier pour des caractères importants comme la précocité ou le type de grains. Toutefois, ces structures synthétiques ne sont pas recommandables pour une production destinée à un marché exigeant une production très standardisée. Leur diffusion nécessite une maîtrise suffisante du système semencier pour assurer la conservation des géniteurs de la Syn 1, leur combinaison dans la population initiale, la production des générations intermédiaires et un renouvellement régulier des semences utilisées par les agriculteurs, même si ces derniers peuvent s'autoapprovisionner, dans certaines conditions de production des semences, sur au moins une génération, sinon plus.

### **Hybrides doubles, trois voies et simples**

La création de variétés hybrides est guidée par la volonté de recréer dans un génotype hétérozygote les combinaisons génétiques capables d'exprimer un hétérosis maximum. La plupart du temps, l'hybride présente des performances supérieures à celles de ses deux parents. Un hybride simple résulte du croisement de deux lignées. En culture pure, il produit des graines issues du croisement entre plantes hybrides. Ces graines sont au plan génétique équivalentes à celles produites par des autofécondations et leurs performances, en tant que semences, sont nettement inférieures à celles de l'hybride lui-même : elles manifestent une grande hétérogénéité et perdent 50% du phénomène d'hétérosis. En choisissant de cultiver des variétés hybrides, les agriculteurs s'obligent à renouveler chaque année des semences dont ils ne peuvent maîtriser le processus de production, souvent relativement complexe. Dans ce système, le travail des obtenteurs est donc parfaitement protégé.

Du fait de sa plus grande richesse allélique, le comportement d'un hybride est plus stable selon les milieux (homéostasie) que celui d'une lignée. Toutefois, cette capacité est limitée pour un hybride simple (HS) du fait de son homogénéité. Le coût de production des semences d'hybrides simples est très élevé, ce qui limite leur intérêt aux situations où la plus value apportée par la culture de l'hybride justifie l'investissement dans la semence : par exemple, lorsque l'effet hétérosis est particulièrement élevé, le coefficient de multiplication<sup>3</sup> est très élevé ou le produit a une très forte valeur économique.

Pour diminuer le coût des semences, surtout lorsque les lignées sont trop faibles pour être directement utilisées comme parent femelle, on peut développer des hybrides trois voies, ou des hybrides doubles (lorsque la production de pollen est aussi affectée par la consanguinité des lignées). On obtient des hybrides doubles en recroisant deux hybrides simples entre eux. Par rapport aux HS, du fait de leur plus grande hétérogénéité, les Hd bénéficient d'une homéostasie supérieure pour un coût de production nettement inférieur. En revanche, pour un Hd l'espérance d'hétérosis est inférieure à celle escomptée avec un Hs. Il est également difficile d'obtenir une production de qualité très homogène avec des Hd.

Enfin, les Hybrides trois voies (Htv) sont obtenus en croisant un Hs pris comme femelle, avec une lignée homozygote prise comme mâle. Les Htv sont intermédiaires de comportement entre les hybrides simples et les hybrides doubles, tant du point de vue de l'homéostasie que des performances.

Dans tous les cas, la production de variétés hybrides nécessite un contrôle de l'hybridation à grande échelle : soit un système de castration facile, soit une stérilité mâle, avec ou sans restauration de la fertilité selon les cas.

### **Pour les plantes à reproduction végétative**

Les structures variétales utilisées pour les plantes à reproduction végétative sont très peu nombreuses. Elles présentent l'immense avantage de fixer facilement et directement un génotype évalué comme supérieur, quel que soit le génotype de l'individu repéré. A contrario, cette facilité de multiplication s'accompagne d'un risque d'élimination trop rapide de la variabilité génétique non sélectionnée et à une impasse à court terme de l'amélioration génétique.

---

<sup>3</sup> Le taux de multiplication est obtenu en faisant le rapport des quantités de semences produites sur celles utilisées par unité de surface.

## Clones

Les clones sont obtenus par la reproduction à l'identique, à partir d'un fragment d'organe non sexuel, d'un individu génétiquement intéressant. Les champs monoclonaux sont ainsi constitués d'un seul et même génotype. La multiplication végétative permet de fixer facilement dans un grand nombre d'individus le patrimoine génétique d'un individu supérieur. Elle est généralement maîtrisée par les agriculteurs concernés même si les voies traditionnelles et artisanales ne permettent pas de réaliser des taux de multiplication élevés. Ce type de reproduction génère des risques phytosanitaires, de nombreuses maladies pouvant se transmettre à travers les organes prélevés sur la plante dite « mère ». Notons toutefois que certaines techniques de multiplication en pépinière ou en laboratoire, telles que la Pif<sup>4</sup> pour le plantain (Kwa, 2003), la vitroculture et le microbouturage, permettent à la fois d'améliorer le taux de multiplication et d'assainir le matériel génétique.

La variété monoclonale présente deux risques majeurs. Comme toute variété simple et homogène, elle peut accidentellement mal se comporter si elle est exposée à des situations imprévues de culture. De plus, sa facilité de diffusion peut rapidement conduire, à une échelle régionale, à une perte drastique de variabilité génétique par la diffusion abondante d'un génotype unique et particulièrement performant.

## Poly-Clones

Les variétés polyclones sont constituées de cultures en mélange de clones. Comme pour les variétés synthétiques chez les plantes allogames, la composition génétique du mélange peut être raisonnée pour obtenir un meilleur contrôle d'un facteur du milieu (maladie, stress) ou une qualité plus homogène. L'utilisation de polyclones peut être couplée avec un programme de sélection récurrente en amont dont l'objectif doit être de gérer la variabilité génétique et de prévenir tout risque d'érosion.

## Plantes apomictiques

Certaines graminées telles *Panicum maximum* possèdent la faculté de développer un embryon à partir de cellules non reproductives. Cette capacité permettrait de reproduire à l'identique des génotypes hétérozygotes, des hybrides simples par exemple chez des plantes comme le maïs ou le mil.

## Performances attendues

Nous proposons dans le tableau I, une série de structures variétales dont la structure génétique semble mieux adaptée à la situation décrite. D'une manière très générale et plus particulièrement chez les allogames, la théorie de l'Ap (Gallais, 1990) nous permet d'avancer l'hypothèse que les structures génétiquement hétérogènes et hétérozygotes ont un niveau de performance relativement élevé et stable face aux variations de l'environnement de la culture. Toutefois, ces structures peuvent être plus simples si les facteurs d'hétérogénéité sont précisément identifiés et peu nombreux. Ainsi, chez une plante autogame, la résistance à la sécheresse (Ceccarelli *et al.*, 2003) ou l'adaptation à l'altitude (Stahpit *et al.*, 1996) peuvent être acquis par l'addition progressive de gènes mineurs (pyramidage) dans une lignée pure. L'association de plusieurs lignées pures et isogéniques peut limiter l'impact d'une maladie présente sous plusieurs formes mutantes dans un milieu (Mille et de Vallavieille-Pope, 2001 ; Zhu *et al.*, 2001). Leur structure génétique peut être conservée dans le temps en en reproduisant les composantes originales. En revanche, une population, de structure génétique peu contrôlée, peut subir des effets drastiques de sélection et de dérive lors d'années très sèches ou très courtes. Le risque est alors qu'elle perde les allèles à l'origine de la faculté d'adaptation pour laquelle elle était cultivée et qu'elle ne se comporte plus aussi bien si les années suivantes redeviennent normales ou pluvieuses.

Par rapport aux exigences des utilisateurs des produits de la culture, nous faisons l'hypothèse que les marchés, en particulier internationaux et urbains, exigent une homogénéité et une standardisation plus systématique que les marchés de proximité et les usages domestiques ou même industriels. L'industrie a besoin de produits de qualité connue, constante et adaptée au processus de transformation et à son effet sur la qualité du produit final.

---

<sup>4</sup> Plants issus de fragments de tige.

**Tableau I.** Structures variétales adaptées aux contraintes relevant de situations particulières courantes en sélection participative.

Situation particulière		Mode de reproduction		
		Autogame	Allogame	Végétative
Milieux de culture hétérogènes	Intra parcelle (topographie, Sc)	Association lignées Population	Population, Synthétique, Hyb D	Poly-clone
	Inter sites (sols, Sc)	Association lignées Population	Population, Synthétique, Hyb D	Poly-clone
	Inter années (climat)	Association lignées	Synthétique, Hyb D	Poly-clone
Milieux de culture sous stress récurrent	Biotique (maladies)	Association lignées Population	Population, Hyb TV Synthétique, Hyb D	Poly-clone
	Abiotique (eau, toxicité)	Lignée pure Hybride	Hyb S, Hyb TV	Clone
	Transformation	Lignée pure Hybride	Hyb S, Hyb TV	Clone Poly-clone

## Contraintes liées à l'homologation

Pour le sélectionneur, une variété peut être considérée comme une population créée par l'homme, d'homogénéité variable, de base génétique contrôlée et dont on peut maîtriser la reproduction, même si on n'en connaît pas la généalogie.

Une variété doit évidemment présenter un intérêt pour ses utilisateurs : destinée à la mise en culture, elle doit apporter une plus value à l'agriculteur qui choisit de la cultiver.

Dans les pays qui pratiquent l'homologation des variétés, cette procédure sert à protéger les tiers, utilisateurs ou obtenteurs concurrents. Elle donne aussi accès aux systèmes publics de diffusion des semences qui sont les seuls organisés à grande échelle dans de nombreux pays propices aux situations de sélection participative en partenariat.

## Les critères d'homologation dans le système international

Les éléments de cette définition se retrouvent en partie dans le système international d'homologation. Les critères d'homologation des variétés sont destinés à organiser et à moraliser le marché des semences. Il s'agit d'une part de permettre aux obtenteurs de vivre de leur travail en protégeant leurs droits, et d'autre part de garantir aux acheteurs de semences homologuées la qualité des variétés qui leur sont proposées. Ainsi, une nouvelle variété doit être (i) distincte de toutes celles qui ont déjà été enregistrées ; (ii) génétiquement homogène ; (iii) stable dans l'espace et dans le temps. Ces critères, dits DHS, visent à assurer la reproductibilité et à permettre le contrôle de la conformité du matériel génétique qui est mis sur le marché semencier. Toute nouvelle variété doit aussi apporter un plus à l'utilisateur, pendant la culture ou la transformation. Une seconde série de critères, dits VAT (Valeur agronomique et technologique), qualifient les performances et l'intérêt d'une variété pour tous les utilisateurs.

Le tableau II précise les fondements des critères concernés par l'homologation, en essayant de préciser les risques que leur application cherche à prévenir à chaque étape du parcours d'une variété : au moment de sa reconnaissance officielle, en cours de multiplication, lors de sa mise en culture ou lorsque ses produits sont transformés.

Le critère de distinction correspond au risque encouru par les obtenteurs, celui de la contre façon. Dans un marché ouvert à la concurrence, cette clause vise à protéger les droits de propriété intellectuelle de l'obteneur et à empêcher un autre obtenteur de déclarer sien un matériel génétique qu'il se serait abusivement approprié.

Les critères d'homogénéité et de stabilité visent à protéger les utilisateurs contre le risque de disposer de lots de semences dont les performances ne seraient pas conformes à leurs attentes :

- le noyau de départ ne pouvant pas être reconstitué facilement à l'identique (H1) ;
- les lots de semences commerciales, constitués par échantillonnage, étant trop hétérogènes pour être conduits de manière homogène en production (H2) ;
- la récolte étant trop hétérogène par rapport aux exigences de commercialisation et de transformation (H3) ;
- les lots de semences commerciales étant susceptibles de subir des dérives génétiques importantes au cours des cycles de multiplication de semences (S1), allant jusqu'à affecter le comportement des cultures au champ ou des produits en transformation (S2).

Enfin, les critères VAT servent à éclairer les utilisateurs sur les performances qu'on peut attendre des variétés homologuées. La procédure vise à objectiver l'information sur les variétés homologuées, à éviter la publicité mensongère et à maintenir un climat de confiance entre les obtenteurs et les utilisateurs. Sans garantir un niveau strict de performances, elle met l'utilisateur à l'abri d'échecs stricts (Va1 et Vt1) ou de grandes surprises (Va2 ou Vt2).

**Tableau II.** Les risques visés par les critères d'homologation.

Critères	Processus concerné	Risque couvert
DHS	Distinction	Obtention de variété D1. Contre façon et détournement de propriété intellectuelle.
	Production du nucleus	H1. Difficulté de reproduction à l'identique.
	Homogénéité	Culture en milieu réel H2. Comportement agronomique variable et imprévisible. H3. Comportement technologique variable et imprévisible.
	Stabilité	Multiplication des semences S1. Changement des caractéristiques génétiques au cours des cycles de multiplication. S2. Changement des propriétés agronomiques ou technologiques au cours des cycles de multiplication.
VAT	Valeur agronomique	Culture en milieu réel Va1. Echecs dans les conditions réelles de mise en culture. Va2. Ecart entre le comportement annoncé et celui qui est observé sur le terrain.
	Valeur technologique	Utilisation / Transformation Vt1. Non conformité des produits aux attentes des utilisateurs. Vt2. Hétérogénéité des produits.

Au niveau international, deux principales logiques d'homologation co-existent : un modèle de type continental fondé sur une évaluation *ex ante* et un modèle plus anglo-saxon, fondé sur une possibilité de sanction *ex post*.

En France, les variétés sont d'abord inscrites dans un catalogue, après évaluation par un organisme indépendant, le comité technique permanent de la sélection (CTPS), présidé par un représentant de l'Etat. Pour être inscrite, une variété d'espèce de grande culture doit être distincte des autres (épreuve DHS) et apporter quelque chose au niveau agronomique (épreuve VAT). Le catalogue français est donc restrictif. Les instituts techniques établissent ensuite des listes de variétés recommandées. La confiance des agriculteurs dans ce système repose sur la légitimité des experts et sur la qualité du réseau d'essais. Les experts du CTPS doivent représenter l'ensemble des intérêts des filières concernées et leurs décisions doivent être prises hors de toute pression. Quant au réseau de tests, il doit être représentatif des conditions réelles de culture.

Dans les systèmes de type anglo-saxon, d'inspiration plus libérale, le rôle de l'Etat et des experts publics se limite à constater et enregistrer la mise sur le marché des nouvelles variétés, à organiser un réseau de tests et à arbitrer les litiges entre les parties (obteneurs, agriculteurs, transformateurs). L'Etat n'intervient pas dans le choix des critères et ne garantit pas non plus la VAT d'une variété. La confiance de l'utilisateur vis-à-vis de l'obteneur repose alors sur la fiabilité du service, sur la possibilité



de vérifier facilement l'information fournie (tests parallèles) et sur l'exemplarité des sanctions à posteriori en cas de mise en défaut.

## Les règles d'homologation dans un contexte de SPP

Qu'attend-on d'une variété dans un projet particulier de sélection participative en partenariat (SPP) ?

Le choix d'une structure variétale relève du croisement de contraintes biologiques et socio-économiques. Dans le contexte qui nous intéresse, la propriété des produits de la sélection est partagée par les partenaires et il leur revient de déterminer une stratégie de diffusion. S'ils décident d'en tirer profit par la vente de semences, les partenaires d'un SPP devront alors suivre les procédures légales d'homologation qui sont destinées à protéger les tiers. Bien entendu, les dispositifs d'évaluation et la composition des comités d'experts pourront être adaptées à l'objet soumis à homologation et au domaine de validité revendiqué pour son utilisation.

Certaines situations peuvent toutefois justifier un allègement des procédures d'homologation, en particulier lorsqu'une formule génétique ne remplissant pas certains critères DHS ou VAT présente un tel intérêt pour l'utilisateur que les risques couverts par ces critères deviennent secondaires. C'est ce que le tableau III s'attache à décrire plus précisément.

**Tableau III.** Situations particulières justifiant un allègement des exigences requises pour les critères d'homologation requis par le système international.

Risques	Situations particulières
D1. Contre-façon et détournement de propriété intellectuelle.	Diffusion à titre gratuit, en absence de toute concurrence entre obtenteurs.
H1. Difficulté de reproduction du nucleus à l'identique.	Espérance de progrès génétique très élevée.
H2. Comportement agronomique variable et imprévisible.	Espérance élevée de progrès génétique dans un milieu de culture peu contrôlé.
H3. Comportement technologique variable et imprévisible.	Qualité indifférente. Critères de qualité sous la dépendance exclusive des conditions de culture.
S1. Changement des caractéristiques génétiques au cours des cycles de multiplication.	Milieu de culture peu « actif » sur la composition génétique de la variété ou renouvellement régulier des semences.
S2. Changement des propriétés agronomiques ou technologiques au cours des cycles de multiplication.	Standards peu exigeants (usages non industriels) ou renouvellement régulier des semences.
Va1. Echecs dans les conditions réelles de mise en culture.	N.A. (rédhibitoire)
Va2. Ecart entre le comportement annoncé et celui qui est observé sur le terrain.	Difficulté de prédire correctement le gain génétique attendu (milieux de culture extrêmement variables et différents du milieu d'évaluation)
Vt1. Non conformité des produits aux attentes des utilisateurs.	N.A. (rédhibitoire)
Vt2. Hétérogénéité des produits.	Standardisation non requise. Diversité des produits acceptée ou valorisée.

Par exemple, le critère de distinction protégeant les obtenteurs peut être considéré comme peu déterminant si les partenaires du Spp n'entrent en concurrence avec aucun autre obtenteur sur le marché visé, et tout particulièrement aucun acteur commercial.

Les critères d'homogénéité et de stabilité doivent pouvoir être assouplis par les experts si ces derniers sont convaincus de l'intérêt pour l'utilisateur de disposer d'un certain matériel génétique, fût-il hétérogène et difficile à décrire avec précision. De plus, lorsqu'une variété est destinée à être cultivée dans un environnement trop diversifié pour l'explorer totalement, on pourra ajouter aux critères quantitatifs classiques des critères qualitatifs, tels que des avis de bénéficiaires experts.

Dans tous les cas cependant, même lorsque le matériel est diffusé à titre gratuit, une procédure formelle d'homologation devrait être conservée dans l'intérêt de tous les bénéficiaires. Qu'elle relève de

la responsabilité de ces derniers ou de celle de l'Etat, elle visera, au minimum, à limiter le risque d'échec agronomique ou socio-économique d'une variété. Un tel échec serait, en effet, préjudiciable aux bénéficiaires, directement mais aussi à plus long terme, en détruisant une confiance qui est le meilleur gérant d'une gestion durable de la Spp. Il ne revient pas à cet article de décrire une telle procédure, car elle devra être co-construite par les partenaires, en lien avec le contexte local, juridique et social, et avec les contraintes de la Spp.

## Contraintes liées à la diffusion

L'organisation d'un système de diffusion des semences se traduit en particulier par le contrôle de la multiplication, le suivi de la qualité et le renouvellement régulier des semences. Dans ce cas, le choix d'une structure variétale peut être guidé par le coût de production de la semence rapporté au progrès génétique attendu. Or, ce coût est directement lié aux activités de contrôle de la fécondation croisée. Chez les autogames, le coût de création des hybrides est largement plus élevé que celui des populations et des associations de lignées pures, et il est également élevé lorsque les lignées pures doivent être produites sous autofécondation artificielle (allogamie partielle). Chez les allogames, le coût de fabrication d'un hybride est largement plus élevé que celui d'un hybride trois voies ou d'un hybride double et d'une population qui n'est autre qu'une réserve de gènes.

A contrario, l'absence de toute forme d'organisation de la diffusion de semences améliorées proscriit les structures variétales complexes, susceptibles d'évoluer génétiquement durant le processus de diffusion des semences (tableau IV). Cette situation conduit en revanche à privilégier celles qui sont faciles à reproduire, peu coûteuses et génétiquement résilientes. Pour une variété, cette qualification correspond à la capacité de conserver ses caractéristiques d'origine sous l'effet de variations même accidentelles et brutales du milieu.

**Tableau IV.** Structures variétales à risque dans un système de diffusion libre du matériel génétique.

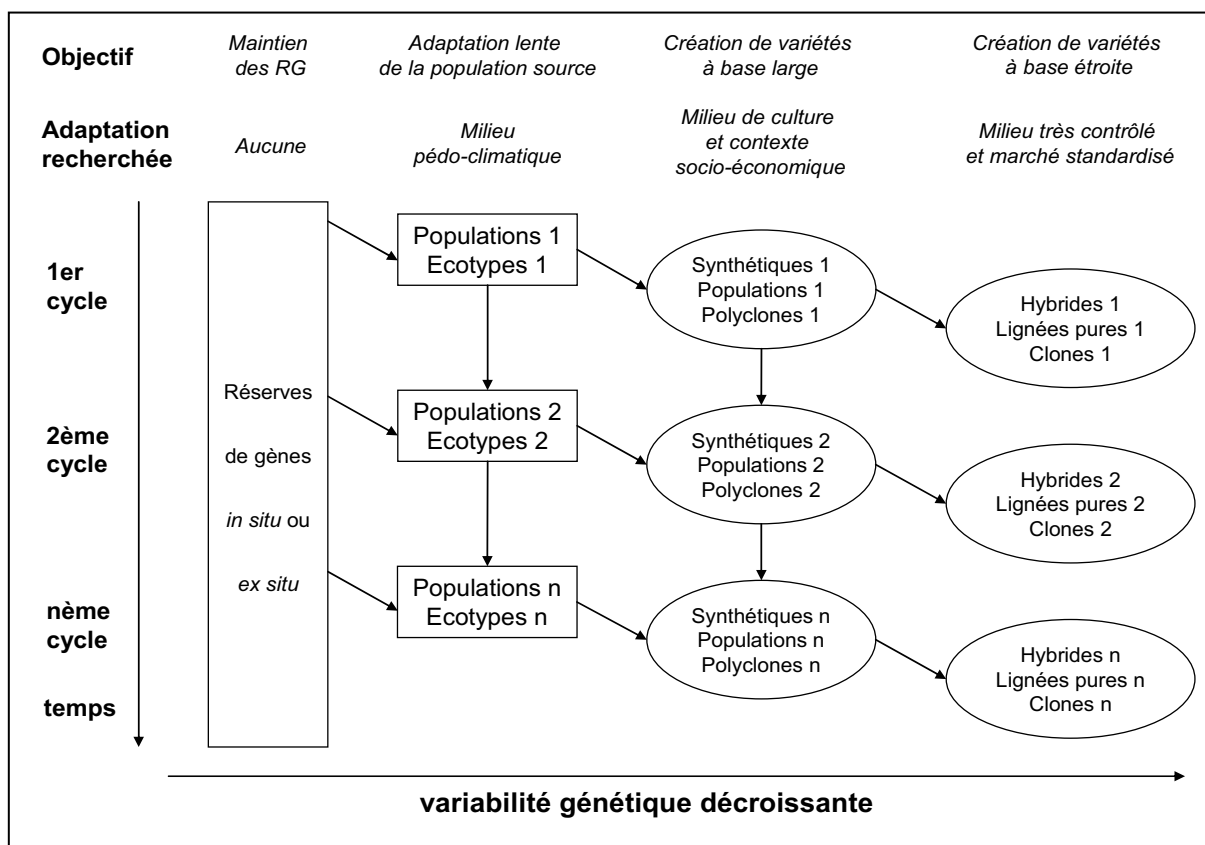
Risques	Mode de reproduction		
	Autogame	Allogame	Végétative
Difficulté de maintenance des géniteurs d'origine.	Population	Hyb S, Hyb TV, Hyb D, Synthétique	
Incapacité de contrôler l'hybridation à grande échelle.	Hybride	Hyb S, Hyb TV, Hyb D	
Changement des caractéristiques génétiques pendant la diffusion.	Population		
	Ass. Lignées Hybride	Hyb S, Hyb TV	Poly-clone
Changement des propriétés agronomiques ou technologiques pendant la diffusion.	Population		
	Ass. Lignées Hybride	Hyb S, Hyb TV, Hyb D, Synthétique	Poly-clone

<sup>†</sup> système informel ; <sup>‡</sup> systèmes pluviaux, à faible niveau d'intrants

## Discussion

En tenant compte des éléments particuliers au contexte de la sélection participative, le sélectionneur privilégiera généralement l'utilisation des lignées pour les plantes autogames, des variétés synthétiques pour les plantes allogames, voire des hybrides lorsque l'hybridation peut être facilement contrôlée, et des mélanges poly-clonaux chez les plantes à multiplication végétative.

Etablie sur des bases purement biologiques, la logique du sélectionneur peut être représentée sous la forme d'un schéma idéal de gestion de la variabilité génétique (figure 1) inspiré de Gallais (1990). Dans ce schéma, les structures génétiques doivent être d'autant plus étroites que leur domaine d'utilisation est précisément défini et contrôlé.



**Figure 3.** Schéma général de création de structures variétales par la sélection.

Note : les flèches entre cadres correspondent à des opérations de sélection.

Mais il ne nous paraît pas possible de dégager un ensemble de règles qui s'appliqueraient de manière systématique à tous les programmes conduits en sélection participative. Le choix variétal est très fortement dépendant des contraintes locales, et en particulier de la valorisation que les partenaires veulent en faire. Lorsque le matériel génétique obtenu par Sp est commercialisé ou même lorsqu'il est diffusé à titre gratuit dans un système concurrentiel, il est nécessaire de maintenir des procédures permettant de garantir son originalité par rapport à celui des concurrents et de vérifier la réalité des performances annoncées. La preuve de l'originalité peut être à la charge des partenaires obtenteurs mais elle doit aussi être validée de manière indépendante et selon une procédure transparente et opposable aux éventuels tiers. Par ailleurs, le niveau de performances doit être validé indépendamment des partenaires obtenteurs. Les utilisateurs peuvent prendre en charge cette évaluation par une instance représentative et dont les avis sont reconnus par la communauté qui l'a légitimée. Dans les autres cas, seul l'Etat peut assumer cette responsabilité.

En croisant les éléments de caractérisation des différentes solutions génétiques avec les principales situations rencontrées en SPP, nous avons construit le tableau V, qui décrit les structures à risque dans des situations où les partenaires choisissent (i) de vendre leurs obtentions ; (ii) de ne pas organiser de système de diffusion de semences ; (iii) de cibler des milieux sub optimaux ; (iv) de cibler un marché exigeant une qualité homogène.

Le tableau V décrit les structures génétiques les moins adaptées vis-à-vis d'une situation particulière. Il ne les élimine pas, pour autant que des mesures complémentaires permettent de limiter les risques encourus. Par exemple, la faible performance attendue d'une lignée pure dans un milieu de culture hétérogène, peut être compensée par la mise à disposition d'un éventail de lignées pures adaptées à des conditions particulières (maladie spécifique, système de culture, semis tardif etc.). De même, le risque qu'un agriculteur produise sa propre semence à partir d'une lignée pure, peut être limité par le mode de transformation (égrenage du coton), l'organisation (centralisation) ou des règles communes freinant ces pratiques.

**Tableau V.** Structures variétales à risque dans des situations particulières courantes en sélection participative.

Situation particulière	Mode de reproduction		
	Autogame	Allogame	Végétative
Vente de semences	Lignée pure Population	Population	Clone Poly-clone
Absence de système de multiplication des semences <sup>†</sup>	Ass. lignées	Hyb S, Hyb Tv, Hyb D, Synthétique	
Milieus de culture hétérogènes et peu maîtrisés <sup>‡</sup>	Lignée pure		Clone
Marché exigeant homogénéité	Population Ass. Lignées	Population Hyb D	Poly-clone

<sup>†</sup> système informel de diffusion des semences ; <sup>‡</sup> systèmes pluviaux, à faible niveau d'intrants

Les situations combinées cumulent différents types de contraintes environnementales ou organisationnelles. Dans certains cas, aucune structure génétique n'est exclue totalement et aucune n'apparaît idéale. Il appartient alors au sélectionneur d'accompagner les partenaires dans le choix d'une solution de compromis qui limite les inconvénients et optimise les bénéfices attendus de la diffusion d'une structure génétique particulière. Ainsi, pour un milieu de culture hétérogène et un marché exigeant une grande homogénéité, une association de lignées peut convenir à condition de choisir les composantes de qualité technologique suffisamment proche pour limiter les variations en mélange.

Pour aborder ces questions éminemment techniques, le sélectionneur intervenant dans un projet de SPP utilise les outils et les connaissances classiques de l'amélioration des plantes. Mais au contraire des autres types de sélectionneurs, il ne peut décider seul du choix de structure variétale. L'éventail des solutions, d'emblée plus large qu'en sélection classique, sera systématiquement contextualisé avec les partenaires.

Nous n'avons pas mentionné les mélanges inter spécifiques, qui ont pourtant une place non négligeable dans de nombreux systèmes de culture tant en zone aride (système blé-orge en Erythrée) qu'en zone tropicale (jardins de case). Les interactions entre espèces ajoutent un niveau de complexité, et ouvrent des possibilités supplémentaires d'exploitation des ressources du milieu. Ces mélanges mériteraient une réflexion particulière car les espèces qui les composent peuvent bénéficier d'actions d'amélioration participative.

## Références bibliographiques

CECCARELLI S., GRANDO S., BAUM M., UDUPA S.M., 2004. Breeding for Drought Resistance in a changing Climate. In: Challenges and Strategies for Dryland Agriculture. CSSA Special Publication, 32 :167-189.

DESCLAUX D., 2005. Participatory Plant Breeding Methods for Organic Cereals: Review and Perspectives. In: International Congress on Organic Plant Breeding. 17-19 Jan 2005. Driebergen, NL.

GALLAIS A., 1990. Théorie de la sélection en amélioration des plantes. Masson, Paris, France.

CECCARELLI S., GRANDO S., BAUM M., UDUPA S.M., 2004. Breeding for Drought Resistance in a changing Climate. In Challenges and Strategies for Dryland Agriculture. CSSA Special Publication, 32 : 167-189.

HAUSSMANN B.I.G., OBILANA A.B., AYIECHO P.O., BLUM A., SCHIPPRACK W., and GEIGER H.H., 2000. Yield and Yield Stability of Four Population Types of Grain Sorghum in a Semi-Arid Area of Kenya. Crop Sci. 40 : 329-337.

JIGGINS J., 1990. Crop Variety Mixtures in Marginal Environments. IIED, Gatekeeper Series n°19, 6 p.

- KWA M., 2003. Activation of latents and use of banana stem fragments for the in vivo mass propagation of seedlings. *Fruits*, 68 : 315-322.
- LANÇON J., 1995. L'amélioration du cotonnier au Cirad-Ca. *In* Traitements statistiques des essais de sélection : stratégie d'amélioration des plantes pérennes. 12-14/09/04, Montpellier, France, Cirad-Cp, 275-293.
- LANÇON J., LEWICKI S., DJABOUTOU *et al.*, 2004. Decentralised And Participatory Cotton Breeding In Benin: Farmer-Breeders' Results Are Promising. *Expl Agric.*, 40 : 1-13.
- MILLE B., DE VALLAVIEILLE-POPE C., 2001. Associations variétales et interventions fongicides contre les septorioses et la rouille brune du blé d'hiver. *Cahiers Agricultures*, 10 : 125-129
- STHAPIT B.R., JOSHI K.D., WITCOMBE J.R., 1996. Farmer Participatory Crop Improvement. III. Participatory plant breeding : a case study for rice in Nepal. *Expl Agric.*, 32 : 479-496.
- VOM BROCKE K., PRESTERL T., CHRISTINCK A., WELTZIEN R.E., GEIGER H.H., 2002. Farmers' seed management practices open up new base populations for pearl millet breeding in a semi-arid zone of India. *Plant Breeding*, 12 : 39-45.
- ZHU Y., CHEN H., FAN J., *et al.*, 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406 : 718-722.